



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007135416/02, 24.09.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.09.2007

(45) Опубликовано: 20.04.2009 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: JP 10-237600 A, 08.09.1998. RU 2082814 C1,
27.06.1997. RU 2033465 C1, 20.04.1995. RU
2250272 C1, 20.04.2005. EP 0735153 A1,
02.10.1996. US 4799972 A, 24.01.1989. JP 2004-
307918 A, 04.11.2004. JP 2003-328088 A,
19.11.2003. JP 2003-301245 A, 24.10.2003.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, ГОУ
ВПО "Уральский государственный
технический университет-УПИ имени
первого Президента России Б.Н.Ельцина",
Центр интеллектуальной собственности,
Т.В.Маркс

(72) Автор(ы):

Мальцева Людмила Алексеевна (RU),
Грачев Сергей Владимирович (RU),
Мальцева Татьяна Викторовна (RU),
Озерец Наталья Николаевна (RU),
Шешуков Олег Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

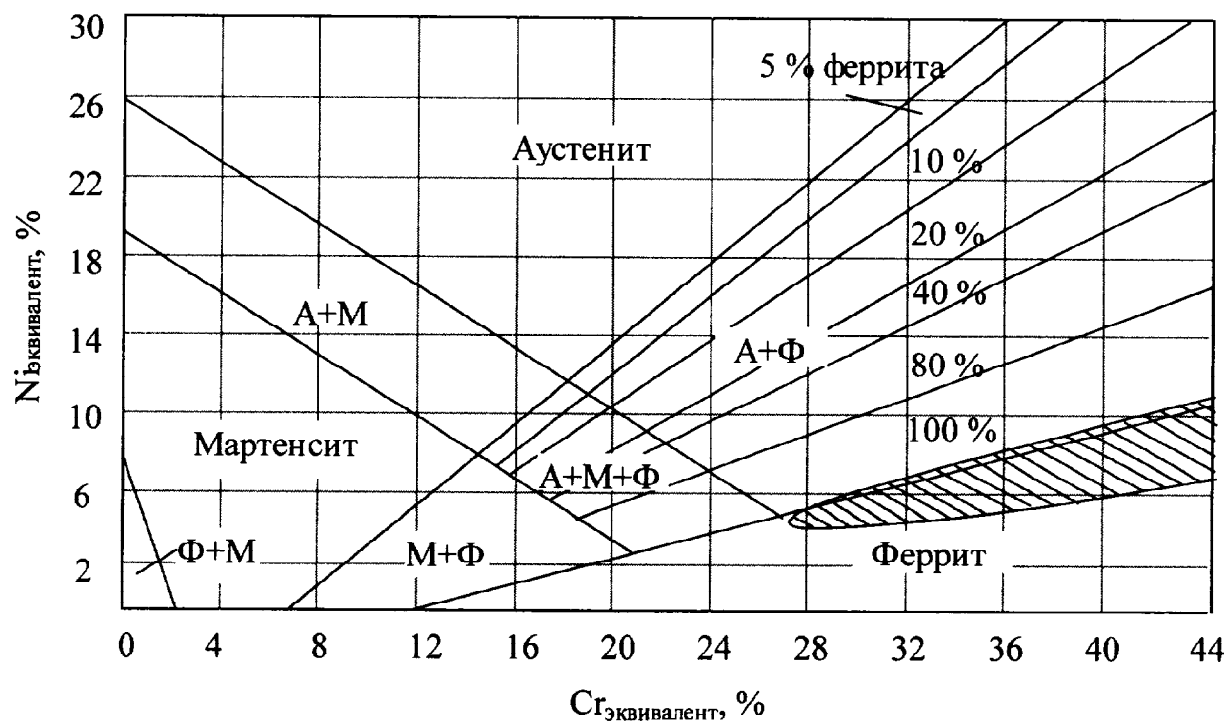
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет - УПИ имени
первого Президента России Б.Н.Ельцина"
(RU)

(54) ФЕРРИТНАЯ КОРРОЗИОННО-СТОЙКАЯ СТАЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области
металлургии, в частности к ферритным
коррозионностойким сталям, применяемым в
машиностроении для изделий, к которым
предъявляются требования обеспечения
высокой твердости и коррозионной стойкости
при достаточной пластичности. Сталь
содержит углерод, хром, никель, титан,

молибден, алюминий, лантан, иттрий и железо
при следующем соотношении компонентов,
мас. %: углерод до 0,03, хром 12-25, никель 5-18,
молибден 0,8-6, титан 0,25-0,5, алюминий 3-9,2,
лантан + иттрий до 0,05, железо - остальное.
Повышаются прочностные свойства стали в
закаленном и состаренном состоянии при
сохранении стойкости к охрупчиванию,
вызванной нагревом. 2 ил.



Структурная диаграмма А. Шеффлера

Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007135416/02, 24.09.2007**(24) Effective date for property rights:
24.09.2007(45) Date of publication: **20.04.2009 Bull. 11**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, GOU VPO
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet-UPI imeni pervogo Prezidenta Rossii
B.N.El'tsina", Tsentral'nyj intellektual'noj
sobstvennosti, T.V.Marks**

(72) Inventor(s):

**Mal'tseva Ljudmila Alekseevna (RU),
Grachev Sergej Vladimirovich (RU),
Mal'tseva Tat'jana Viktorovna (RU),
Ozerets Natal'ja Nikolaevna (RU),
Sheshukov Oleg Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet - UPI imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N.El'tsina" (RU)**

(54) **FERRITE CORROSION-RESISTANT STEEL**

(57) Abstract:

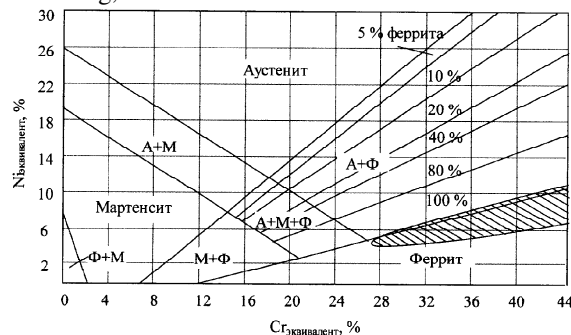
FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to ferrite corrosion-resistant steel, used in mechanical engineering for products, for which there are raise a demand of providing of high solidity and corrosion resistance while sufficient plasticity. Steel contains carbon, chrome, nickel, titanium, molybdenum, aluminium, lanthanum, yttrium and iron, at following ratio of components, wt %: carbon till 0.03, chrome 12-25, nickel 5-18, molybdenum 0.8-6, titanium 0.25-0.5, aluminium 3-9.2, lanthanum + yttrium till 0.05, iron - the rest.

EFFECT: there are increased strength properties

of steel in tempered and wear out conditions while keeping resistance against brittle behavior, aroused by heating.

2 dwg, 1 ex



Структурная диаграмма А. Шефлера
Фиг.1

Изобретение относится к области металлургии, то есть к изысканию сплавов, применяемых в машиностроении для изделий, к которым предъявляются требования обеспечения высокой твердости и коррозионной стойкости при достаточной пластичности.

5 Ферритные стали, легированные хромом, применяются для изготовления изделий, работающих в окислительных средах, для бытовых приборов, в пищевой и легкой промышленности и для теплообменного оборудования в энергомашиностроении. Эти стали имеют высокую коррозионную стойкость в азотной кислоте, водных растворах аммиака, в аммиачной селитре, смеси азотной, фосфорной и фтористоводородной кислот, а также в других агрессивных средах [1].

10 Известны аналоги изобретения [2-9], позволяющие получить ферритные коррозионностойкие стали, обладающие повышенными пластичностью, пределом текучести и производительностью сварки труб [2], устойчивостью к термическому циклическому стрессу и оксидированию при повышенной температуре [3] и т.д. Однако все эти стали обладают недостаточно высокой прочностью.

В настоящее время из числа отечественных ферритных коррозионностойких сталей наиболее известны стали 12X17, 08X18Т и 015X18М2Б. При высокотемпературном нагреве в стали 12X17 возможно образование аустенита, что является нежелательным для сталей этого типа, так как при охлаждении происходит мартенситное превращение, что повышает твердость, снижает пластичность, вызывает склонность к межкристаллитной коррозии. Для предотвращения этого явления уменьшают содержание углерода или вводят титан, ниобий, молибден, которые способствуют получению однофазной структуры, а образование карбидов титана и ниобия снижает склонность к росту зерна и улучшает коррозионную стойкость, в частности, сварных швов (08X18Т и 015X18М2Б) [1].

30 В зарубежной практике разработаны стали с низким суммарным содержанием углерода и азота (0,025-0,035%), содержащие 18-28% Cr и 2-4% Mo, стабилизированные Ti или Nb. Эти стали называют суперферритами; они имеют высокую стойкость во многих агрессивных средах, стойки против коррозии под напряжением, питтинговой и щелевой коррозии [1].

35 Хромистые ферритные стали имеют крупный недостаток: они могут охрупчиваться в процессах технологических нагревов и длительных выдержек при повышенных температурах во время эксплуатации. В них возможна хрупкость при выдержках в интервале температур 400-500°C, хрупкость при 600-800°C (в связи с образованием σ -фазы) и хрупкость вследствие образования чрезмерно крупных зерен, например, при сварке. Хрупкость хромистых ферритных сталей трудно, а часто и невозможно устранить последующей обработкой, что сужает возможности их практического использования и накладывает ограничения на технологические операции [1].

40 Прототипом изобретения является ферритная коррозионностойкая сталь [10], содержащая в мас. %: углерод 0,02-0,09, хром 5,0-13,0, кремний 1,0-2,5, алюминий 0,9-1,65, титан 0,2-0,8, молибден 0,07-0,35, ванадий 0,07-0,15, железо - остальное, обладающая повышенной пластичностью, свариваемостью, жаростойкостью в средах продуктов горения и коррозионной стойкостью в солевых и кислых средах, но недостаточной прочностью.

50 Задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в создании ферритной коррозионностойкой стали, обладающей более высоким комплексом физико-механических свойств (прочность, коррозионная стойкость) в закаленном и состаренном состоянии, и в то же время которая была бы не подвержена хрупкости

при нагреве.

Поставленная задача достигается тем, что коррозионностойкая ферритная сталь, содержащая углерод, хром, молибден, титан, алюминий и железо, дополнительно

содержит никель, лантан и иттрий при следующем соотношении компонентов
в мас. %: углерод до 0,03, хром 12-25, никель 5-18, молибден 0,8-6, титан 0,25-0,5, алюминий 3-9,2, лантан + иттрий $\leq 0,05$, железо - остальное. * (* Исключение из химического состава кобальта и увеличение количества алюминия приводит к изменению структурного класса и резкому повышению прочностных свойств в состоянии: закалка с последующим старением [14].)

Углерод в сталь специально не вводится, он является вредной примесью, и содержание углерода в стали не должно превышать 0,03% для обеспечения высокой пластичности.

При содержании хрома менее 8% не обеспечиваются коррозионные свойства нержавеющей стали. При большом содержании хрома (более 25%) происходит удорожание стали и возникает опасность образования σ -фазы, которая приводит к понижению пластичности.

Содержание никеля в количестве 5-18% увеличивает пластичность, вязкость; никель также входит в состав упрочняющей фазы. Никель совместно с хромом повышает коррозионную стойкость в слабоокисляющих или неокисляющих растворах химических веществ. Использование никеля как основы позволяет получить сплавы с высокой коррозионной стойкостью в сильных агрессивных кислотах [11].

Молибден повышает прочность, релаксационную стойкость, способствует повышению коррозионной стойкости и теплостойкости, подавляет обратимую отпускную хрупкость [12-13].

Дополнительное упрочнение получается в результате дисперсионного твердения. Для этого в сталь вводят алюминий и титан, причем титан как наиболее сильный элемент по сродству к углероду образует незначительное количество карбидов TiC. Самостоятельный интерметаллид Ti не образует, хотя не исключено, что он может входить в состав алюминида никеля, образуя более сложную интерметаллидную упрочняющую фазу. Так как содержание углерода ограничено ($\leq 0,03\%$), то и количество Ti может быть понижено до 0,25%. В исследуемой стали упрочняющая фаза - интерметаллид NiAl (или более сложного состава) выделяется из ОЦК-фазы, как в мартенситно-стареющих сталях.

Лантан и иттрий вводятся в сталь с целью измельчения ферритного зерна.

В соответствии со структурной диаграммой для нержавеющих литых хромоникелевых сталей А.Шеффлера (фиг.1) при изменении содержания алюминия исследуемая сталь попадает в 100%-ную ферритную область (заштрихованная). Относительный вклад каждого элемента в установление структуры определяется никелевым и хромовым эквивалентом по следующим формулам [15]:

$$\%Ni\text{-эквивалента} = \%Ni + \%Co + 30(\%C) + 25(\%N) + 0,5(\%Mn) + 0,3(\%Cu)$$

$$\%Cr\text{-эквивалента} = \%Cr + 2(\%Si) + 1,5(\%Mo) + 5(\%V) + 5,5(\%Al) + 1,5(\%Nb) + 1,75(\%Ti) + 0,75(\%W)$$

Пример. Образцы из исследуемой стали 03X13H8M2Ю3Т были выплавлены в индукционных печах типа Таммана весом 1-1,5 кг. Затем подвергались нагреву под закалку в интервале температур 900-1200°C в течение 15 мин с последующим охлаждением в воде. Твердость образцов по Виккерсу после закалки изменялась от 400 до 475 HV_{5/12,5}. Рентгеноструктурное исследование показало, что структура исследуемой стали состоит практически из 100% феррита и незначительного

количества упрочняющей упорядоченной интерметаллидной фазы NiAl.

Закаленные от 1000°C в воду образцы подвергались старению в интервале температур 300-600°C. Проведенное исследование показало, что наибольшее упрочнение достигается после старения при 500°C в течение 1 ч. Твердость закаленных образцов после старения повышалась от 475 до 530 HV_{5/12,5} и микротвердость - от 650 до 800 HV. Как показали результаты рентгеноструктурного анализа, охрупчивания, свойственного ферритным сталям в интервале температур 400-500°C не наблюдалось, так как алюминий приводит к подавлению выделения σ -фазы [16]. Упрочнение, получаемое при старении, происходит за счет дополнительного выделения из ОЦК-фазы (феррита) той же интерметаллидной фазы NiAl.

Для оценки поведения при деформации образцы исследуемой закаленной стали 03X13H8M2Ю3Т были подвергнуты деформации сжатием до $\epsilon=0,6$ без разрушения целостности образца (фиг.2). При этом предел текучести увеличился с 565 в закаленном состоянии до 1125 МПа.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на высокие прочностные свойства, исследуемая сталь обладает удовлетворительной пластичностью и может выдерживать невысокие суммарные деформации.

Последующее старение деформированной стали при 500°C привело к увеличению микротвердости до 920 HV.

Сравнительные испытания на коррозионную стойкость показали, что исследуемая сталь превышает по коррозионной стойкости промышленные нержавеющие стали 12X18H10T, 30X13.

Таким образом, предлагаемую сталь целесообразно использовать в состоянии закалка + старение, после которого удалось получить высокий комплекс прочностных свойств при сохранении достаточного запаса пластичности, что дает возможность использования исследуемой стали в качестве материала для высокопрочных, коррозионностойких и теплостойких деталей для приборостроения и точного машиностроения в закаленном и состаренном состоянии.

Список литературы

1. Гольдштейн М.И., Грачев СВ., Векслер Ю.Г. Специальные стали. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1999, 408 с.

2. Патент №2250272. Россия. Публикация 20.04.2005, кл. C22C 38/54. Ферритная нержавеющая сталь.

3. Патент №6773660. США. Публикация 02.10.2002, кл. C22C 38/22. Ферритная нержавеющая сталь для использования при высоких температурах и способ получения фольги из этой стали.

4. Патент №2033465. Россия. Публикация 20.04.1995, кл. C22C 38/54. Ферритная сталь.

5. Патент №3480061. Япония. Публикация 20.09.1994, кл. C22C 38/00. Высокохромистая ферритная жаропрочная сталь.

6. Патент №3468156. Япония. Публикация 13.04.1999, кл. C22C 38/00. Ферритная нержавеющая сталь для деталей выхлопной системы автомобиля.

7. Патент №3367216. Япония. Публикация 20.09.1994, кл. C22C 38/00. Высокохромистая ферритная жаропрочная сталь.

8. Патент №3427502. Япония. Публикация 22.08.1994, кл. C22C 38/00. Ферритная нержавеющая сталь для детали автомобильной выхлопной системы.

9. Патент №3567603. Япония. Публикация 22.04.1994, кл. C22C 38/00. Высокохромистая ферритная сталь, обеспечивающая высокие характеристики

ползучести сварного соединения.

10. Патент №2082814. Россия. Публикация 27.06.1997, кл. C22C 38/28. Ферритная коррозионностойкая сталь.

11. Бабаков А.А., Приданцев М.В. Коррозионностойкие стали и сплавы. М.: Металлургия, 1971, 200 с.

12. Грачев С.В., Бараз В.Р. Теплостойкие и коррозионностойкие пружинные стали. М.: Металлургия, 1989, 144 с.

13. Рахштадт А.Г. Пружинные стали и сплавы. М.: Металлургия, 1982, 400 с.

14. Патент №2252977. Россия. Публикация №15 от 27.05.2005, кл. C22C 38/52. Высокопрочная коррозионностойкая аустенитная сталь.

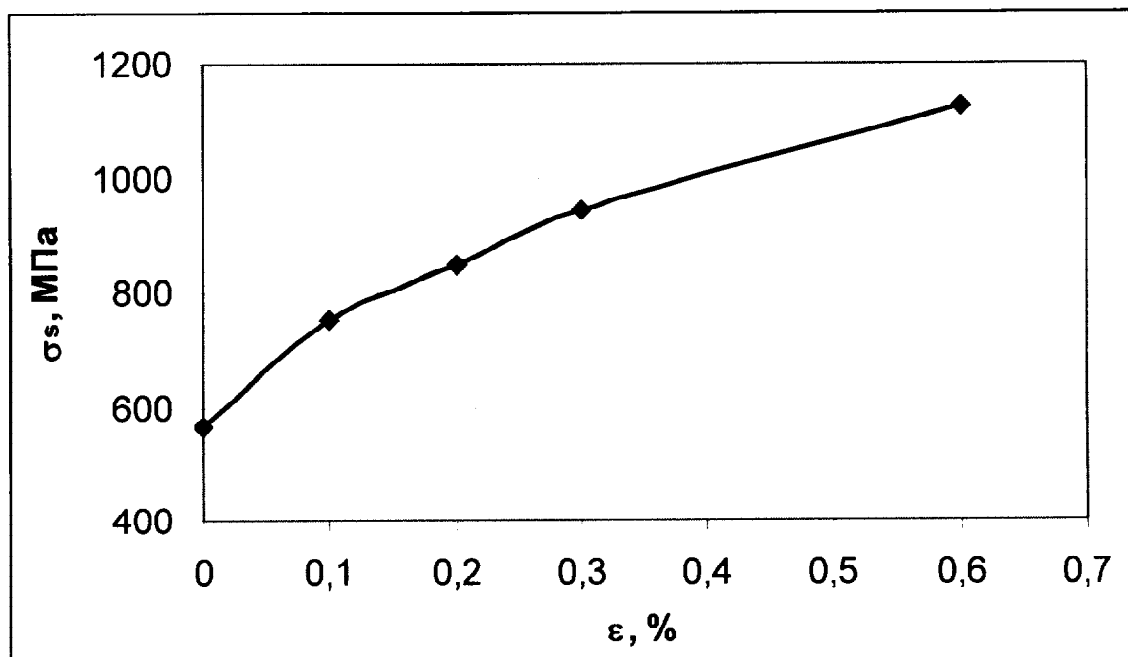
15. МИТОМ №10, 1997. Вороненко Б.И. Современные коррозионностойкие аустенитно-ферритные стали.

16. Сокол И.Я. Двухфазные стали. М.: Металлургия, 1964, 215 с.

Формула изобретения

Ферритная коррозионно-стойкая сталь, содержащая углерод, хром, молибден, титан, алюминий и железо, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит никель, лантан и иттрий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	до 0,03
хром	12-25
никель	5-18
молибден	0,8-6
титан	0,25-0,5
алюминий	3-9,2
лантан + иттрий	до 0,05
железо	остальное



Кривая деформационного упрочнения стали 03X13H8M2Ю3T

Фиг.2



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **25.09.2009**

Дата публикации: **27.04.2011**

RU 2 352 680 C1

RU 2 352 680 C1